

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
**Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1/9/3

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

011871926 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1998-288836/199826

XRPX Acc No: N98-227141

Scanning element for position measuring device - has energising elements providing homogenous electromagnetic field and sensor windings providing phase-offset periodic signals for each scanned scale track

Patent Assignee: HEIDENHAIN GMBH JOHANNES (HEIJ )

Inventor: FISCHER P

Number of Countries: 026 Number of Patents: 004

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 845659	A2	19980603	EP 97120515	A	19971122	199826 B
DE 19751853	A1	19980604	DE 1051853	A	19971122	199828
JP 10213407	A	19980811	JP 97318599	A	19971119	199842
US 6111402	A	20000829	US 97977706	A	19971125	200043

Priority Applications (No Type Date): DE 1049504 A 19961129

Cited Patents: No-SR.Pub

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

EP 845659	A2	G	12	G01D-005/20	
-----------	----	---	----	-------------	--

Designated States (Regional): AL AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI

LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI

DE 19751853	A1			G01B-007/00	
-------------	----	--	--	-------------	--

JP 10213407	A		7	G01B-007/00	
-------------	---	--	---	-------------	--

US 6111402	A			G01B-007/30	
------------	---	--	--	-------------	--

Abstract (Basic): EP 845659 A

The scanning element (5) provides inductive position-dependent output signals by inductive scanning of at least one scale track having conductive and non-conductive regions in alternation. The scanning element has a carrier (10) supporting a number of energising elements for providing a homogenous electromagnetic field and one or more flat sensor windings (SWA1, SWA2, SWB1, SWB2), for providing at least 2 phase-offset periodic output signals for each scale track.

USE - For inductive position measuring device.

ADVANTAGE - Compact scanning element suitable for both linear and angular position measuring devices.

Dwg.2/6

Title Terms: SCAN; ELEMENT; POSITION; MEASURE; DEVICE; ENERGISE; ELEMENT; ELECTROMAGNET; FIELD; SENSE; WIND; PHASE; OFFSET; PERIODIC; SIGNAL; SCAN; SCALE; TRACK

Derwent Class: S02

International Patent Class (Main): G01B-007/00; G01B-007/30; G01D-005/20

International Patent Class (Additional): G01D-005/22; G01D-005/249;

H01F-021/02; H01F-021/06; H03M-001/22; H03M-001/24

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): S02-A02F; S02-K03A2C

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nlegungsschrift  
⑩ DE 197 51 853 A 1

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 B 7/00**  
G 01 B 7/30  
G 01 D 5/249  
G 01 D 5/22  
H 03 M 1/22

⑦1 Aktenzeichen: 197 51 853.2  
⑦2 Anmeldetag: 22. 11. 97  
④3 Offenlegungstag: 4. 6. 98

DE 197 51 853 A 1

⑥6 Innere Priorität:  
196 49 504. 0 29. 11. 96

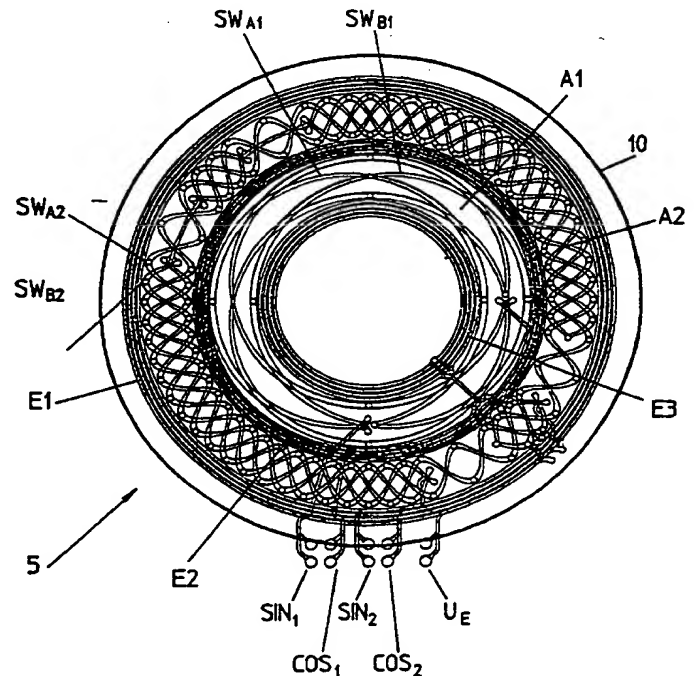
⑦1 Anmelder:  
Dr. Johannes Heidenhain GmbH, 83301 Traunreut,  
DE

⑦2 Erfinder:  
Fischer, Peter, Dipl.-Ing., 83233 Bernau, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Abtastelement für eine Positionsmeßeinrichtung

⑤7 Es wird ein Abtastelement für eine Positionsmeßeinrichtung angegeben, die zur Erzeugung von positionsabhängigen Ausgangssignalen bei der induktiven Abtastung mindestens einer Teilungs-Spur dient, die aus alternierend angeordneten, elektrisch leitfähigen und nicht-leitfähigen Bereichen besteht. Das Abtastelement umfaßt ein Trägerelement, auf dem mehrere Erreger-Elemente zur Erzeugung eines homogenen elektromagnetischen Erreger-Feldes sowie ein oder mehrere flache Sensorwicklungen angeordnet sind. Hierbei sind auf dem Trägerelement mindestens zwei benachbarte Abtastspuren mit Sensorwicklungen unterschiedlicher Periodizität mit jeweils seitlich benachbarten Erreger-Elementen angeordnet, so daß sich im Bereich der Abtastspuren jeweils ein homogenes elektromagnetisches Erreger-Feld ausbildet (Figur 2).



DE 197 51 853 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Abtastelement für eine Positionsmeßeinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Neben Positionsmeßeinrichtungen, bei denen zur Gewinnung positionsabhängiger Informationen eine periodische Meßeilung optisch abgetastet wird, sind Meßsysteme bekannt, die auf alternativen Abtastprinzipien beruhen. Derartige Positionsmeßeinrichtungen erweisen sich insbesondere unter bestimmten Umgebungsbedingungen als weniger anfällig als die erwähnten optischen Meßsysteme. Entsprechende Umgebungsbedingungen sind beispielsweise in Anwendungen gegeben, bei denen die Drehbewegung der Welle eines Antriebs erfaßt werden soll. Eine Positionsmeßeinrichtung, die auch unter rauheren Umgebungsbedingungen eingesetzt werden kann, ist beispielsweise in der EP 0 289 033 B1 beschrieben. Hierbei wird eine Teilungsspur mit alternierend angeordneten elektrisch leitfähigen und nicht-leitfähigen Bereichen induktiv abgetastet. Das entsprechende Abtastelement umfaßt zu diesem Zweck ein oder mehrere Erregerspulen, die im Bereich der abgetasteten Teilungsspur ein homogenes elektromagnetisches Feld erzeugen. Ferner sind abtastseitig Sensorwicklungen vorgesehen, die ebenfalls im homogenen Feld der Erregerspulen angeordnet sind und zur Erfassung der in den leitfähigen Teilbereichen induzierten elektromagnetischen Felder dienen, so daß ein verschiebungsabhängig modulierte Ausgangssignal resultiert. Auf diese Art und Weise läßt sich die Relativbewegung zwischen der Teilungsspur und dem Abtastelement erfassen. Hinsichtlich des Funktionsprinzips einer derartigen Positionsmeßeinrichtung sei außerdem auf die EP 0 182 085 verwiesen.

Eine ähnlich aufgebaute induktive Positionsmeßeinrichtung ist desweiteren aus der DE 195 04 307 bekannt. Dort wird unter anderem auch vorgeschlagen, nicht nur eine einzige Teilungsspur abzutasten, sondern vielmehr weitere Spuren vorzusehen, die auf die erläuterte Art und Weise ausgelesen werden können. Details hinsichtlich der konkreten Ausbildung einer Meßanordnung mit mehreren abgetasteten Teilungsspuren sowie Möglichkeiten zur Erzeugung der Erregfelder sind in dieser Druckschrift jedoch nicht angegeben.

Eine weitere induktive Positionsmeßeinrichtung, die nach den oben erwähnten Prinzipien arbeitet, ist ferner aus der EP 0743 508 A2 bekannt. Auch aus dieser Druckschrift ergeben sich jedoch keine Hinweise, wie etwa im Fall mehrerer abgetasteter Teilungsspuren das Abtastelement konkret ausgestaltet werden soll. Insbesondere bleibt offen, wie für die verschiedenen Abtastspuren etwa eine Erzeugung möglichst homogener Erregfelder erfolgen soll.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein gattungsgemäßes Abtastelement für eine induktive Positionsmeßeinrichtung derart auszubilden, daß auch im Fall mehrerer vorgesehener Abtastspuren ein zuverlässiges Funktionieren sichergestellt ist. Insbesondere soll dabei auch für mehrere Abtastspuren die Erzeugung homogener Erregfelder im Bereich der verschiedenen Abtastspuren gewährleistet sein.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Abtastelement mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1.

Vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Abtastelements ergeben sich aus den Maßnahmen in den abhängigen Ansprüchen.

Gegenstand des Anspruches 12 ist desweiteren eine Positionsmeßeinrichtung, in der ein erfindungsgemäß ausgebildetes Abtastelement eingesetzt wird.

Die erfindungsgemäßen Maßnahmen gewährleisten nun-

mehr, daß auch im Fall mehrerer benachbart angeordneter Abtastspuren die Sensorwicklungen aller vorgesehenen Abtastspuren in einem homogenen elektromagnetischen Feld angeordnet sind. Durch die geeignete Verschaltung der Erreger-Elemente läßt sich jeweils auf einfache Art und Weise ein homogenes Erreger-Feld im Bereich der verschiedenen Abtastspuren erzeugen. Verschiedene Abtastspuren können hierbei zu unterschiedlichsten Zwecken vorgesehen werden, wie etwa eine Abtastspur zur Antriebskommutierung zu nutzen, eine andere zur inkrementalen Positionsbestimmung etc.

Als vorteilhaft erweist sich die Ausbildung der Erreger-Elemente in Form von Leiterbahn-Einheiten, bestehend aus mehreren parallel angeordneten, stromdurchflossenen einzelnen Leiterbahnen. In Verbindung mit dem mehrlagigen Aufbau des Abtastelementes läßt sich derart insbesondere eine kompakte Bauweise des Abtastelements bzw. der kompletten Positionsmeßeinrichtung gewährleisten. Hierbei lassen sich in vorteilhafter Weise bekannte Techniken aus der Leiterplatten-Herstellung einsetzen, d. h. es ist eine einfache Fertigung eines erfindungsgemäß aufgebauten Abtastelementes möglich.

Hinsichtlich der erfindungsgemäßen Erzeugung der homogenen Erreger-Felder im Bereich der Abtastspuren existieren eine Reihe von Verschaltungsmöglichkeiten, d. h. das erfindungsgemäße Abtastelement läßt sich flexibel an verschiedene Meßanforderungen anpassen. Selbstverständlich können die erfindungsgemäßen Maßnahmen darüber hinaus sowohl in linearen als auch in rotatorischen Positionsmeßeinrichtungen eingesetzt werden; ebenso ist auch der Einsatz in verschiedensten Meßsystemen möglich, d. h. sowohl in absoluten wie auch in inkrementellen Meßsystemen unterschiedlichster Bauart und in entsprechenden Kombinationen derselben.

Weitere Vorteile sowie Einzelheiten des erfindungsgemäßen Abtastelements ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der beiliegenden Figuren.

Dabei zeigt

Fig. 1 eine seitliche Schnittansicht einer induktiven Positionsmeßeinrichtung mit dem erfindungsgemäß ausgebildeten Abtastelement;

Fig. 2 eine Draufsicht auf die in der Positionsmeßeinrichtung gemäß Fig. 1 eingesetzte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Abtastelements;

Fig. 3 eine Draufsicht auf den mit dem Abtastelement aus Fig. 2 abgetasteten Teilungsträger inklusive der zwei vorgesehenen Teilungsspuren;

Fig. 4 eine schematisierte Darstellung zur Erläuterung der Erregerfeld-Erzeugung;

Fig. 5a-5e jeweils eine alternative Möglichkeit zur Erzeugung der Erreger-Felder für zwei benachbart angeordnete Abtastspuren;

Fig. 6 einen Querschnitt durch das Abtastelement aus Fig. 2.

Eine seitliche Schnittansicht einer Ausführungsform einer induktiven Positionsmeßeinrichtung, in der ein erfindungsgemäß ausgebildetes Abtastelement eingesetzt ist, zeigt Fig. 1. Die dargestellte Positionsmeßeinrichtung ist hierbei als Winkelmeßeinrichtung ausgebildet, die zur Detektion des Drehwinkels der Welle 1 eines Antriebs relativ zu einem stationären Antriebsteil 2 dient. Mit dem Bezugszeichen R sei in Fig. 1 die Drehachse der Welle 1 bezeichnet; weitere Antriebsdetaill sind nicht dargestellt. An der Welle 1 des Antriebs ist eine Teilscheibe 3 befestigt, die mit Hilfe des erfindungsgemäß ausgebildeten, stationären Abtastelementes 5 abgetastet wird. Die mit der Welle 1 um die Drehachse R rotierende Teilscheibe 3 besteht dabei aus ei-

nem Teilungsträger 3.1. auf zwei radial benachbarte Teilungsspuren angeordnet sind. Das Abtastelement 5 ist im Gehäuse bzw. stationären Teil 2 des Antriebs 2 an einem Montageelement 6 über eine Schraube 9 befestigt. Nicht dargestellt ist in Fig. 1 eine dem Abtastelement 5 nachgeordnete Auswerte- und Versorgungseinheit. Diese dient zum einen zur Versorgung des Abtastelementes 5 bzw. der darauf angeordneten Erreger-Elemente mit einer Versorgungsspannung sowie zum anderen zur Auswertung der periodisch modulierten, positionsabhängigen Ausgangssignale des Abtastelementes 5, die aus der Abtastung der Teilscheibe 3 resultieren. Eine derartige Auswerte- und Versorgungseinheit kann beispielsweise in Form einer numerischen Steuerung realisiert sein.

Neben der in Fig. 1 dargestellten Meßsystem-Relativanordnung mit der rotierenden Teilscheibe 3 und dem stationären Abtastelement 5 ist selbstverständlich auch ein Positionsmesssystem mit stationärer Teilscheibe und rotierender Abtasteinheit auf Grundlage der erfindungsgemäßen Überlegungen realisierbar.

Zur detaillierten Erläuterung des grundsätzlichen Funktionsprinzips einer derartigen Positionsmesseinrichtung sei an dieser Stelle auf die bereits eingangs erwähnte EP 0 182 085 B1 verwiesen.

Eine Beschreibung des erfindungsgemäß ausgebildeten Abtastelementes 5 sowie der damit induktiv abgetasteten Teilscheibe 3 im dargestellten Ausführungsbeispiel der Fig. 1 folgt anschließend anhand der Fig. 2 und 3. Hierbei zeigt Fig. 2 eine Frontansicht des Abtastelementes 5; die damit abgetastete Teilscheibe 3 ist in Fig. 3 ebenfalls in einer Frontansicht dargestellt.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1–3 ist hierbei vorgesehen, mit Hilfe des Abtastelementes 5 insgesamt zwei Teilungsspuren T1, T2 auf der Teilscheibe 3 induktiv abzutasten. Die beiden Teilungsspuren T1, T2 sind kreisförmig ausgebildet und radial benachbart auf einem Teilungsträger 3.1 angeordnet. Als Material für den Teilungsträger 3.1 dient im dargestellten Ausführungsbeispiel Epoxyd-Material. Die beiden Teilungsspuren T1, T2 bestehen jeweils aus einer periodischen Abfolge von alternierend angeordneten elektrisch-leitfähigen Teilungsbereichen  $T1_L$ ,  $T2_L$  und nicht-leitfähigen Teilungsbereichen  $T1_N$ ,  $T2_N$ . Als geeignetes Material für die elektrisch-leitfähigen Teilbereiche  $T1_L$ ,  $T2_L$  erweist sich etwa Kupfer, das auf dem Teilungsträger 3.1 aufgebracht wird. In den nicht-leitfähigen Teilungsbereichen  $T1_N$ ,  $T2_N$  wurde der Teilungsträger 3.1 demgegenüber lediglich nicht beschichtet und ist identisch mit dem Material des Teilungsträgers 3.1.

Die innere Teilungsspur T1 besteht in der dargestellten Ausführungsform lediglich aus einem ersten halbkreisförmigen Teilungsbereich  $T1_L$  mit elektrisch leitfähigem Material sowie einem zweiten halbkreisförmigen Teilungsbereich  $T1_N$ , in dem kein leitfähiges Material angeordnet ist. Aus der Abtastung der Teilungsspur T1 mit Hilfe des nachfolgend erläuterten Abtastelementes 5 resultiert eine relativ grobe, absolute Positionsinformation innerhalb einer Umdrehung der Teilscheibe 3 um die Drehachse R.

Radial benachbart zur ersten Teilungsspur T1 ist eine zweite Teilungsspur T2 auf dem Teilungsträger 3.1 angeordnet, die aus einer Vielzahl elektrisch leitfähiger Teilungsbereiche  $T2_L$  sowie dazwischen angeordneten Teilungsbereichen  $T2_N$  besteht. Die verschiedenen Teilungsbereiche  $T2_L$ ,  $T2_N$  sind materialmäßig dabei ebenso ausgebildet wie der Teilungsbereich  $T1_L$  der ersten Teilungsspur T1. Insgesamt umfaßt die zweite Teilungsspur T2 im dargestellten Ausführungsbeispiel 16 periodisch angeordnete, elektrisch leitfähige Teilungsbereiche  $T2_L$  sowie entsprechend 16 dazwischen angeordnete nicht-leitfähige Teilungsbereiche  $T2_N$ .

Die Länge der elektrisch-leitfähigen Teilungsbereiche  $T2_L$  in Meßrichtung ist dabei über 10mal größer als die entsprechende Länge der nicht-leitfähigen Teilungsbereiche  $T2_N$ , d. h. es wird vorzugsweise ein von 1 : 1 abweichendes Verhältnis der Längen der unterschiedlichen Teilungsbereiche in dieser Teilungsspur gewählt. Aus der Abtastung der zweiten Teilungsspur T2 ergibt sich demzufolge ein resultierendes Inkrementalsignal bei der Relativbewegung von Teilscheibe 3 und Abtastelement 5. In Verbindung mit der absoluten Positionsbestimmung über die erste Teilungsspur T1 ist über eine derartige Anordnung eine hochauflösende Drehwinkelbestimmung möglich.

Neben der in diesem Ausführungsbeispiel gewählten Kombination mit zwei separaten Teilungsspuren T1, T2, die jeweils eine absolute Positionsbestimmung sowie eine inkrementale Positionsbestimmung ermöglichen, sind selbstverständlich auch weitere Kombinationen möglich, beispielsweise die Ausbildung einer Code-Teilscheibe mit mehreren verschiedenen Spuren etc. Ferner kann auch die Inkremental-Teilungsspur in abgewandelter Form ausgebildet werden, d. h. mit anderen Teilungsverhältnissen. Daneben können z. B. auch mehrere parallel benachbarte Inkrementalteilungsspuren mit unterschiedlichen Periodizitäten der Teilungsverhältnisse eingesetzt werden usw.

Das in Fig. 2 gezeigte, zur Abtastung der Teilscheibe 3 vorgesehene erfindungsgemäße Abtastelement 5 umfaßt zwei, den Teilungsspuren T1, T2 zugeordnete Abtastspuren A1, A2, die ebenfalls kreisförmig ausgebildet und radial benachbart auf einem Trägerelement 10 angeordnet sind. Der einfacheren Verständlichkeit wegen, sei nachfolgend jeweils von einem einzigen Trägerelement 10 die Rede, wenngleich in der gezeigten Ausführungsform des Abtastelementes 5 ein mehrlagiger Aufbau desselben mit mehreren Leiterplattenlagen, Verbindungslagen und Sensorlagen vorgesehen ist. Hinsichtlich dieses Mehrlagen-Aufbaus sei auf die Beschreibung der Fig. 6 verwiesen.

Die der inneren bzw. Absolut-Teilungsspur T1 zugeordnete Abtastspur A1 besteht im dargestellten Ausführungsbeispiel aus insgesamt zwei flach ausgebildeten Sensorwicklungen  $SW_{A1}$  und  $SW_{B1}$ , die über den Umfang der Abtastspur A1 jeweils eine einzige Signalperiode bei der Abtastung liefern. Die beiden Sensorwicklungen  $SW_{A1}$  und  $SW_{B1}$  sind hierbei relativ zueinander versetzt auf dem Trägerelement 10 des Abtastelementes 5 angeordnet, so daß ausgangsseitig bei der Abtastung der rotierenden Teilscheibe 3 zwei Ausgangssignale  $SIN_1$ ,  $COS_1$  resultieren, die einen Phasenversatz von  $90^\circ$  zueinander aufweisen. Beide Ausgangssignale  $SIN_1$ ,  $COS_1$  liefern wie bereits erwähnt ein eindeutig-absolutes Positionssignal innerhalb einer Umdrehung der Welle 3 des Antriebs. Über die bekannte Auswertung der um  $90^\circ$  phasenversetzten Signale  $SIN_1$ ,  $COS_1$  ist zudem eine Richtungserkennung bei der Drehbewegung gewährleistet. In Fig. 2 sind die entsprechenden Signalabgriffe des Abtastelementes 5 inklusive der zugehörigen Ausgangssignale der verschiedenen Abtastspuren A1, A2 eingezeichnet.

Die zweite Abtastspur A2, geeignet zur Abtastung der zweiten Teilungsspur T2, umfaßt ebenfalls zwei flache Sensorwicklungen  $SW_{A2}$ ,  $SW_{B2}$  die auf dem Trägerelement 10 angeordnet sind. Zwischen den beiden Sensorwicklungen  $SW_{A2}$ ,  $SW_{B2}$  ist ebenfalls ein Relativ-Versatz vorgesehen, so daß ausgangsseitig die beiden Signale  $SIN_2$ ,  $COS_2$  bei der Abtastung der zweiten Teilungsspur T2 resultieren, zwischen denen ein  $90^\circ$  Phasenversatz besteht. Über den gesamten Umfang der zweiten Abtastspur A2 sind hierbei eine Vielzahl von Sensorwicklungen  $SW_{A2}$  und  $SW_{B2}$  auf dem Trägerelement 10 angeordnet.

Die Sensorwicklungen  $SW_{A1}$ ,  $SW_{B1}$ ,  $SW_{A2}$ ,  $SW_{B2}$  der

beiden Abtastspuren A1 und A2 sind aus Kupfer gefertigt; das Trägerelement besteht aus Epoxyd-Material. Insgesamt ist das erfindungsgemäße Abtastelement 5 mehrlagig ausgebildet, was etwa in bekannter Leiterplatten-Technologie realisiert werden kann. Zu Details hinsichtlich des Mehrlagen-Aufbaus sei auf die nachfolgende Beschreibung der Fig. 6 verwiesen.

Neben den Sensorwicklungen  $SW_{A1}$ ,  $SW_{B1}$ ,  $SW_{A2}$ ,  $SW_{B2}$  in den beiden Abtastspuren A1, A2 umfaßt das erfindungsgemäß ausgebildete Abtastelement 5 ferner Erreger-Elemente E1–E3, die jeweils seitlich benachbart zu den Abtastspuren A1 und A2 auf dem Trägerelement 10 angeordnet sind. Die Erreger-Elemente E1–E3 dienen dabei zur erforderlichen Erzeugung eines homogenen elektromagnetischen Erregerfeldes im Bereich der Abtastspuren A1 und A2 bzw. im Bereich der damit abgetasteten Teilungsspuren T1 und T2. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Erreger-Elemente E1–E3 als Leiterbahneinheiten ausgebildet, die jeweils mehrere planar-parallel auf dem Trägerelement 10 angeordnete stromdurchflossene Leiterbahnen umfassen. Werden die Leiterbahnen einer Leiterbahneinheit allesamt in der gleichen Richtung von Strom durchflossen, so bildet sich um die jeweilige Leiterbahneinheit ein schlauch- bzw. zylinderförmig orientiertes elektromagnetisches Feld aus. Die Feldlinien des resultierenden elektromagnetischen Feldes verlaufen in Form konzentrischer Kreise um die Leiterbahneinheiten, wobei die Richtung der Feldlinien in bekannter Art und Weise von der Stromrichtung in den Leiterbahneinheiten abhängt.

Die Stromrichtung der unmittelbar an eine gemeinsame Abtastspur angrenzenden Leiterbahneinheiten bzw. die entsprechende Verschaltung dieser Leiterbahneinheiten ist dabei entgegengesetzt zu wählen, so daß die Feldlinien im Bereich der Abtastspuren jeweils identisch orientiert sind. Die Versorgung der Leiterbahneinheiten E1–E3 mit einer Versorgungsspannung erfolgt über die ebenfalls in Fig. 2 eingezeichneten Versorgungsspannungsabgriffe  $U_E$ . Um eine derartige Felderzeugung zu ermöglichen ist eine bestimmte Leiterbahnführung auf dem Trägerelement 10 erforderlich, die nachfolgend anhand von Fig. 4 erläutert sei.

Dort ist aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit jeweils lediglich eine einzige Leiterbahn der verschiedenen Leiterbahneinheiten bzw. Erreger-Einheiten E1–E3 dargestellt. Ebenfalls eingezeichnet ist in Fig. 4 auch die jeweilige Stromrichtung in den verschiedenen Leiterbahnen sowie die Versorgungsspannungsabgriffe  $U_E$ . Aufgrund der im Ausführungsbeispiel gewählten Leiterbahnführung wird das radial-äußerste Erregerelement E1 wie auch das radial-innerste Erregerelement E3 in der gleichen Richtung von Strom durchflossen. In der entgegengesetzten Richtung hingegen wird das mittlere der drei Erregerelemente E2 von Strom durchflossen, das zwischen den beiden Abtastspuren A1 und A2 auf dem Trägerelement angeordnet ist. Um die Leiterbahnen der Erregerelemente E1–E3 bildet sich jeweils ein schlauch- bzw. zylinderförmig orientiertes elektromagnetisches Feld aus, wobei die resultierenden Feldrichtungen ebenfalls in Fig. 4 eingezeichnet sind. Sowohl das Feld der ersten als auch der dritten Leiterbahn sind demzufolge in der gleichen Richtung orientiert, während das Feld in der mittleren der beiden Leiterbahnen entgegengesetzt orientiert ist. In den zwischen den Leiterbahnen liegenden Bereichen mit den Abtastspuren A1 und A2 resultiert demzufolge jeweils ein homogenes elektromagnetisches Feld, das sich aus den beiden Feldern der angrenzenden Erreger-Elemente E1–E3 zusammensetzt, das entweder wie bei der Abtastspur A1 in Richtung der Zeichenebene orientiert ist bzw. im Fall der Abtastspur A2 aus der Zeichenebene heraus orientiert ist. Die entsprechenden Feldrichtungen in den beiden Abtast-

spuren A1, A2 sind in Fig. 4 jeweils angedeutet.

Alternative Varianten hinsichtlich der möglichen Leiterbahnführung im Fall zweier benachbarter Abtastspuren sind desweiteren in den Fig. 5a–5e schematisiert dargestellt. Aus den dort gezeigten Beispielen ist desweiteren ersichtlich, daß die erfindungsgemäßen Prinzipien auch bei linearen Meßanordnungen jederzeit einsetzbar sind. Hierbei sind in den Fig. 5a–5d jeweils Möglichkeiten offenbart, in denen die mittlere Leiterbahneinheit jeweils ein entgegengesetzt orientiertes Feld zu den Feldern der beiden äußeren Leiterbahneinheiten erzeugt. In den beiden Abtastspuren ergibt sich demzufolge immer ein entgegengesetzt ausgerichtetes, homogenes elektromagnetisches Feld in den eingezeichneten Richtungen. Alternativ hierzu ist im Ausführungsbeispiel der Fig. 5e vorgesehen, die mittlere Leiterbahneinheit zwischen den zwei Abtastspuren wirkungsmäßig in zwei Teil-Leiterbahneinheiten aufzuteilen. Die beiden Teil-Leiterbahneinheiten werden hierbei in unterschiedlicher Richtung vom Strom durchflossen, wobei jedoch wie in den vorab erläuterten Varianten gilt, daß die unmittelbar benachbart zu einer Abtastspur angeordneten Leiterbahneinheiten ein entgegengesetzt orientiertes Feld erzeugen, die sich im Bereich der Abtastspur zu einem homogenen Feld definierter Richtung überlagern.

Wie bereits bei der Beschreibung der Teilscheibe angedeutet, existieren selbstverständlich auch für das Abtastelement noch andere Möglichkeiten, mehrere parallele Abtastspuren darauf anzuordnen. So können etwa auch mehr als zwei Abtastspuren vorgesehen werden, die jeweils Sensorwicklungen mit unterschiedlichen Periodizitäten aufweisen etc. Auch für derartige Anordnungen läßt sich auf Grundlage der erfindungsgemäßen Überlegungen die Erzeugung homogener Erregerfelder durch die entsprechende Ausgestaltung und Anordnung der Erreger-Elemente sicherstellen.

Die entsprechende Führung der verschiedenen erforderlichen Leiterbahnen für die Sensorwicklungen sowie für die Erreger-Elemente auf dem Abtastelement läßt sich in vorteilhafter Weise durch eine Mehrlagentechnik realisieren, wie sie beispielsweise aus der Leiterplattentechnik bekannt ist. Zur Erläuterung des Abtastelement-Aufbaus in einer derartigen Mehrlagentechnik ist in Fig. 6 ein Querschnitt des Abtastelementes aus Fig. 2 dargestellt.

Das Abtastelement 5 des beschriebenen Ausführungsbeispiels weist einen sieben-lagigen Aufbau auf. Der in Fig. 6 nicht gezeigten Teilscheibe ist hierbei eine erste Sensorlage SL1 zugewandt, die von einer zweiten Sensorlage SL2 durch eine dünne, erste Leiterplattenschicht LP1 getrennt ist. In jeder der beiden Sensorlagen SL1, SL2 ist jeweils ein Teil der Erreger-Elemente als auch ein Teil der verschiedenen Sensorwicklungen angeordnet. Die Verteilung der Erreger-Elemente als auch der Sensorwicklungen in die beiden Sensorlagen SL1, SL2 erweist sich als vorteilhaft, um unerwünschte Leitungsüberkreuzungen zu vermeiden. Bei der zwischen den beiden Sensorlagen angeordneten ersten Leiterplattenschicht LP1 ist zu beachten, daß diese möglichst dünn ausgebildet ist, etwa im Bereich 1/10 mm, um zu gewährleisten, daß insbesondere die in den unterschiedlichen Sensorlagen SL1, SL2 angeordneten Sensorwicklungen in gleicher Weise von den leitfähigen Teilungsbereichen der Teilscheibe beeinflusst werden.

Oberhalb der zweiten Sensorlage SL2 ist eine dickere, zweite Leiterplattenlage LP2 vorgesehen, die im wesentlichen zur mechanischen Stabilisierung des Abtastelementes 5 dient und ca. 1–2 mm dick ausgebildet ist. Darüber wiederum sind zwei Verbindungslagen VL1, VL2 angeordnet, die durch eine dritte Leiterplattenlage LP3 getrennt sind. In den Verbindungslagen VL1, VL2 erfolgt die Führung derjenigen Leiterbahnen, die zur Versorgung der Erreger-Elemente



mente, zur Verbindung der Erreger-elemente, zum Signalabgriff etc. erforderlich sind. Die zweilagige Ausgestaltung der Verbindungslagen VL1, VL2 ermöglicht wiederum die ggf. erforderliche kreuzungsfreie Führung derartiger Verbindungsleitungen.

Das erfindungsgemäß ausgebildete Abtastelement läßt sich in einem derartigen Mehrlagen-Aufbau in rationeller Art und Weise über bekannte Leiterplatten-Technologien herstellen.

#### Patentsprüche

1. Abtastelement für eine Positionsmeßeinrichtung, die zur Erzeugung von positionsabhängigen Ausgangssignalen bei der induktiven Abtastung mindestens einer Teilungs-Spur dient, die aus alternierend angeordneten, elektrisch leitfähigen und nicht-leitfähigen Teilungsbereichen besteht, wobei das Abtastelement ein Trägerelement umfaßt, auf dem mehrere Erreger-Elemente zur Erzeugung eines homogenen elektromagnetischen Erreger-Feldes sowie ein oder mehrere flache Sensorwicklungen angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Trägerelement (10) mindestens zwei benachbarte Abtastspuren (A1, A2) mit Sensorwicklungen ( $SW_{A1}$ ,  $SW_{B1}$ ,  $SW_{A2}$ ,  $SW_{B2}$ ) unterschiedlicher Periodizität angeordnet sind und jeweils seitlich benachbart zu den Abtastspuren (A1, A2) die Erreger-Elemente (E1, E2, E3) angeordnet sind, so daß sich im Bereich der Abtastspuren (A1, A2) jeweils das homogene elektromagnetische Erreger-Feld ausbildet.
2. Abtastelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erreger-Elemente (E1, E2, E3) als Leiterbahn-Einheiten ausgebildet sind, die jeweils ein oder mehrere planar-parallel auf dem Trägerelement (10) angeordnete, stromdurchflossene Leiterbahnen umfassen, so daß sich ein schlauchförmiges elektromagnetisches Feld um die jeweiligen Leiterbahneinheiten ausbildet.
3. Abtastelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterbahnen der Erreger-Elemente (E1, E2, E3) derart verschaltet sind, daß die Stromrichtung in Leiterbahnen benachbarter Leiterbahneinheiten jeweils gegensinnig orientiert ist und sich zwischen den benachbarten Leiterbahneinheiten im Bereich der Abtastspuren (A1, A2) ein homogenes elektromagnetisches Feld in einer definierten Raumrichtung ausbildet.
4. Abtastelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägerelement (10) mehrlagig aufgebaut ist.
5. Abtastelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägerelement (10) mindestens zwei Sensorlagen (SL1, SL2) aufweist, in denen jeweils Teile der Sensorwicklungen ( $SW_{A1}$ ,  $SW_{B1}$ ,  $SW_{A2}$ ,  $SW_{B2}$ ) angeordnet sind.
6. Abtastelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine erste Abtastspur (A1) mit den zugehörigen Sensorwicklungen ( $SW_{A1}$ ,  $SW_{B1}$ ) so ausgebildet ist, daß damit über den erfaßbaren Meßbereich eine absolute Positionsbestimmung möglich ist und mindestens eine weitere, zweite Abtastspur (A2) mit zugehörigen Sensorwicklungen ( $SW_{A2}$ ,  $SW_{B2}$ ) so ausgebildet ist, daß damit eine inkrementale Positionsbestimmung möglich ist.
7. Abtastelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß pro Abtastspur (A1, A2) mindestens zwei gegeneinander verschobene Sensorwicklungen ( $SW_{A1}$ ,  $SW_{B1}$ ,  $SW_{A2}$ ,  $SW_{B2}$ ) auf dem Trägerelement (10) angeordnet sind, so daß ausgangsseitig pro Abtastspur

(A1, A2) jeweils mindestens zwei phasenversetzte, periodisch modulierte Ausgangssignale ( $SIN_1$ ,  $COS_1$ ;  $SIN_2$ ,  $COS_2$ ) bei der Verschiebung von Abtastelement (5) und Teilungsspuren (T1, T2) resultieren.

8. Abtastelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägerelement (10) in Form einer dünnen kreisförmigen Scheibe ausgebildet ist und sowohl die Abtastspuren (A1, A2) als auch die Erreger-Elemente (E1, E2, E3) darauf kreisförmig angeordnet sind.

9. Abtastelement nach Anspruch 2, 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Trägerelement (10) eine erste Absolut-Abtastspur (A1) und eine zweite Inkremental-Abtastspur (A2) radial benachbart angeordnet sind und sowohl seitlich benachbart als auch zwischen den beiden Abtastspuren (A1, A2) Leiterbahneinheiten als Erreger-Elemente (E1, E2, E3) zur Erzeugung eines homogenen elektromagnetischen Erreger-Feldes im Bereich der Abtastspuren (A1, A2) angeordnet sind.

10. Abtastelement nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterbahneinheiten jeweils aus mehreren parallel angeordneten, einzelnen Leiterbahnen bestehen, die die derart verschaltet sind, daß die Leiterbahnen einer Leiterbahneinheit in der gleichen Richtung von Strom durchflossen werden.

11. Abtastelement nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterbahneinheiten derart verschaltet sind, daß innere und die äußere Leiterbahneinheit jeweils in der gleichen Richtung von Strom durchflossen wird während die mittlere Leiterbahneinheit in der entgegengesetzten Richtung von Strom durchflossen wird, so daß in den beiden Abtastspuren (A1, A2) jeweils ein entgegengesetzt orientiertes elektromagnetisches Erreger-Feld resultiert.

12. Positionsmeßeinrichtung zur Erzeugung von positionsabhängigen Ausgangssignalen durch die induktive Abtastung mindestens einer Teilungs-Spur mit alternierend angeordneten elektrisch leitfähigen und nicht-leitfähigen Teilungsbereichen, gekennzeichnet durch die Abtastung mit einem Abtastelement (5) gemäß mindestens einem der vorangehenden Ansprüche.

13. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 12 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine abgetastete, kreisförmig ausgebildete Teilungsspur (T1, T2) auf einem kreisförmigen Teilungsträger (3.1) angeordnet ist.

14. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem kreisförmigen Teilungsträger (3.1) zwei radial benachbarte Teilungsspuren (T1, T2) angeordnet sind, von denen eine erste Teilungsspur (T2) als periodische Abfolge von mehreren elektrisch-leitfähigen Teilungsbereichen ( $T2_L$ ) und nicht-leitfähigen Teilungsbereichen ( $T2_N$ ) ausgebildet ist, während die andere aus einem elektrisch-leitfähigem ( $T1_L$ ) Kreissegment und einem nicht-leitfähigem Kreissegment ( $T1_N$ ) besteht.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG. 2

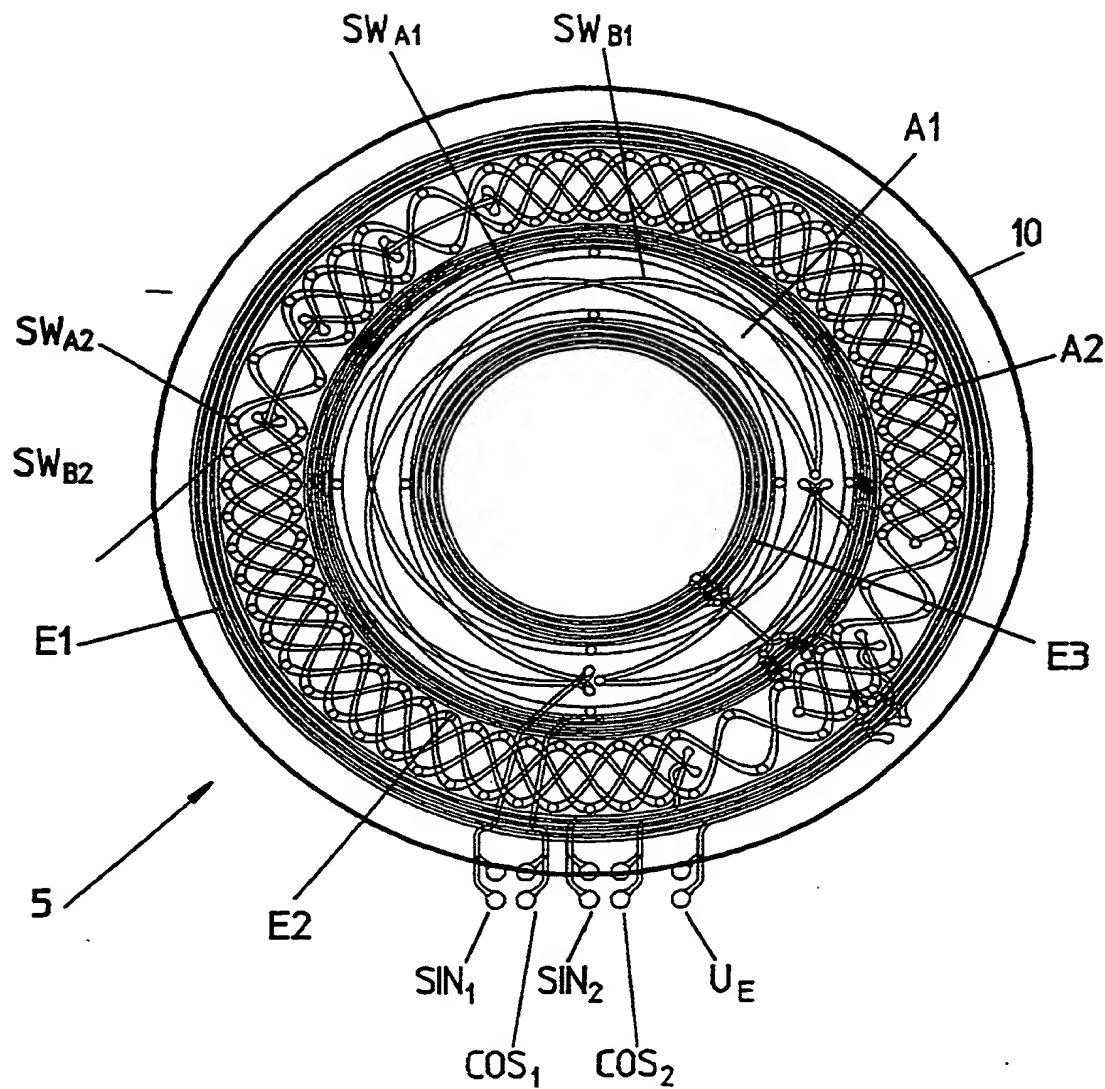


FIG. 3

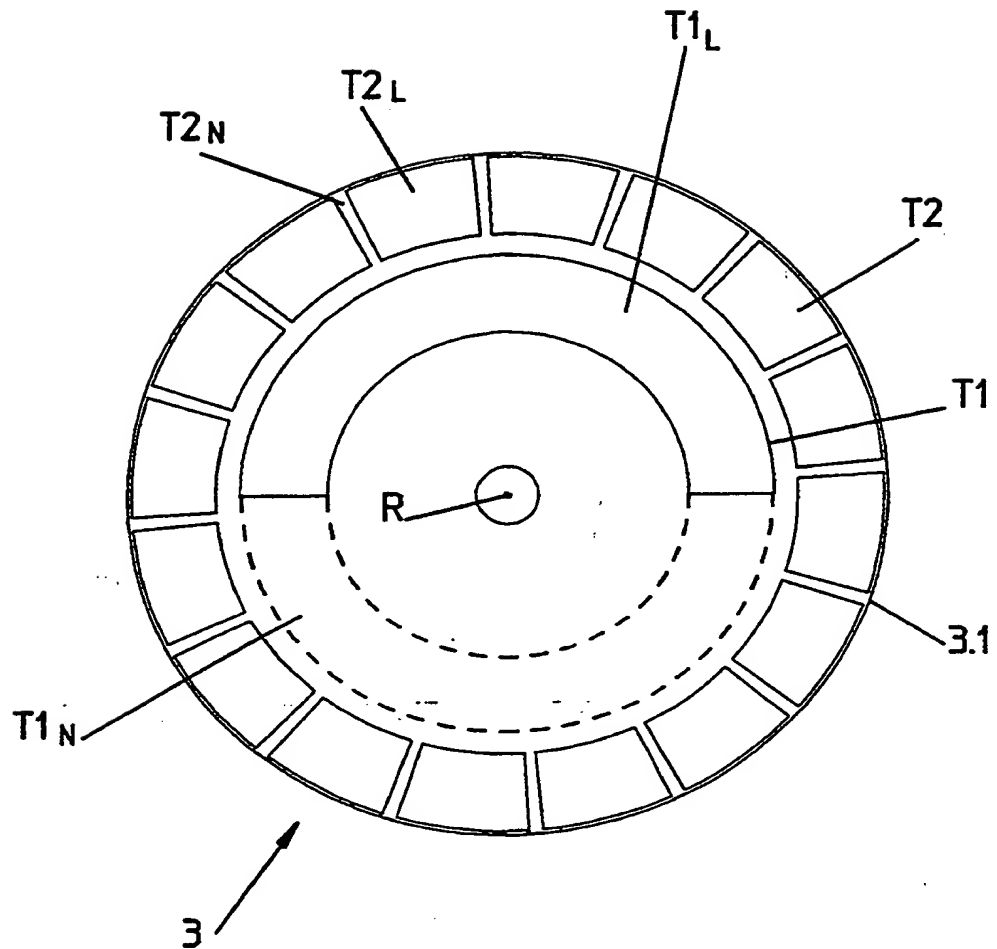


FIG. 4

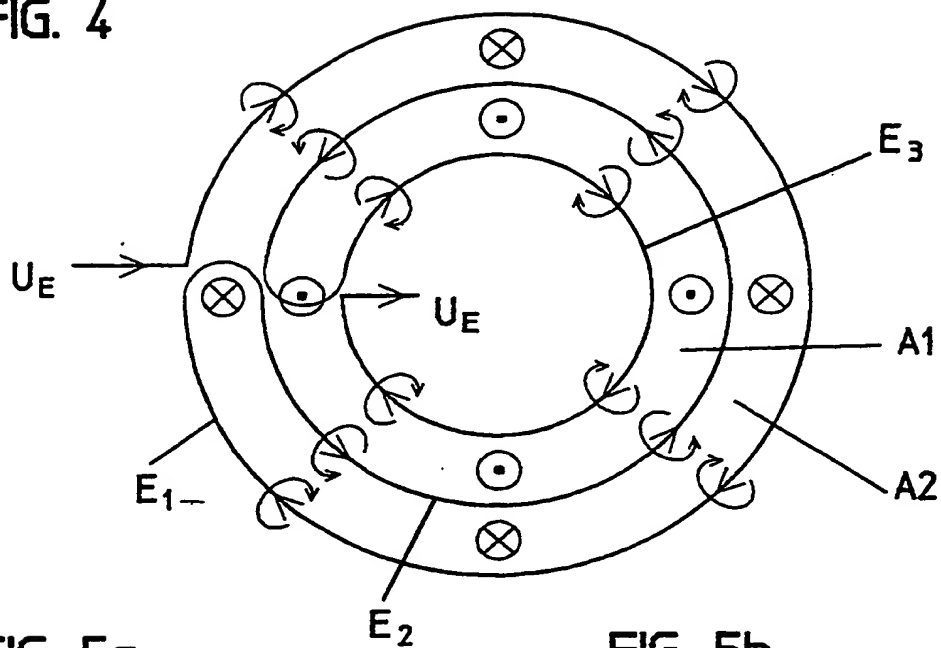


FIG. 5a

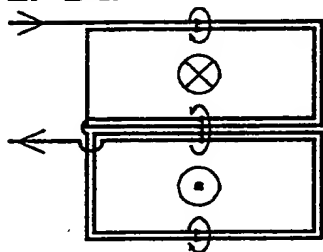


FIG. 5b

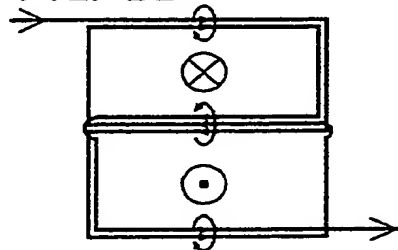


FIG. 5c

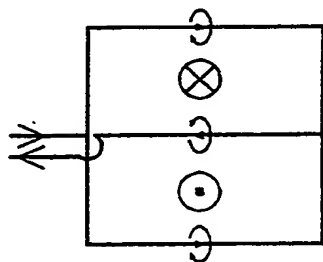


FIG. 5d

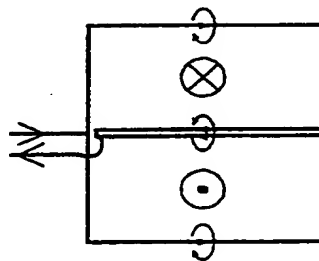


FIG. 5e

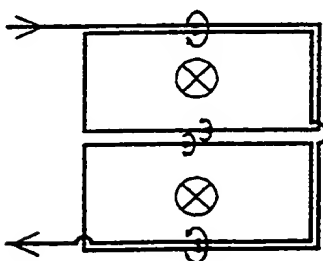


FIG. 6

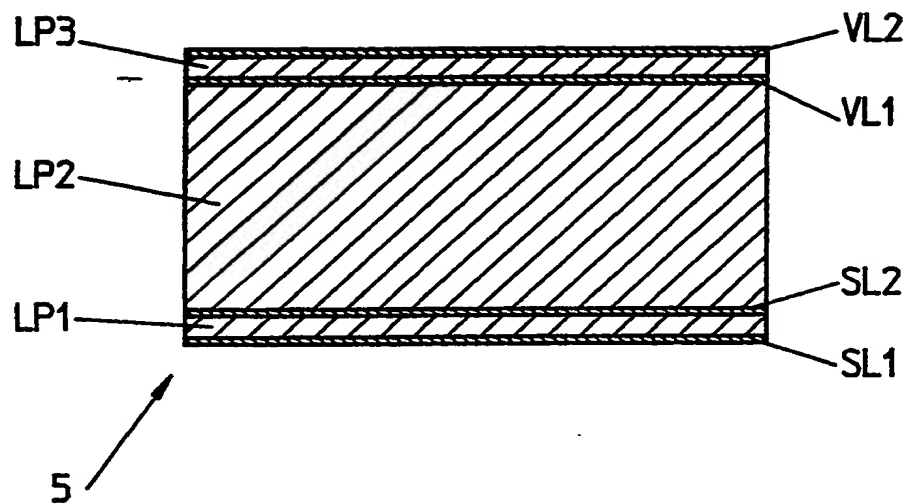


FIG. 1

